



INGENIERÍA PROQUILAB LTDA.

MEMORIA DE CÁLCULO
PROTECCIONES RADIOLÓGICAS

19105-PR-MC-01

PROYECTO
CESFAM VILLA ALEGRE
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

AGOSTO 2020

ÍNDICE

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | GENERALIDADES | 2 |
| 1.1 | Alcance | 2 |
| 2 | ANTECEDENTES | 2 |
| 2.1 | Referencias | 2 |
| 2.2 | Equipos a utilizar | 2 |
| 3 | SALAS | 2 |
| 4 | NORMATIVA Y ESTÁNDARES | 2 |
| 4.1 | Nacional | 3 |
| 4.2 | Internacional..... | 3 |
| 5 | BASES DE DISEÑO | 3 |
| 5.1 | Límites de dosis | 3 |
| 5.2 | Unidades y conversiones..... | 4 |
| 5.3 | Cálculo de blindajes o espesores de muro | 5 |
| 5.4 | Factor de ocupación (T) | 5 |
| 5.5 | Distancia a la fuente (d)..... | 5 |
| 6 | RESULTADOS..... | 6 |
| 7 | CONCLUSIONES | 7 |

1 GENERALIDADES

1.1 Alcance

El presente informe da cuenta de los criterios generales y el cálculo de espesores protecciones radiológicas de muros, para el uso de equipo de rayos X dental a ser utilizado en el Centro de Salud Familiar Villa Alegre, Región de la Araucanía.

2 ANTECEDENTES

2.1 Referencias

El presente documento se ha elaborado en base a los antecedentes entregados por Arquitectura.

En caso de modificación, tanto en las características y ubicación de los equipos como en las dimensiones de las salas y el uso de los espacios aledaños, esta memoria de cálculo deberá ser revisada por el especialista.

2.2 Equipos a utilizar

Para el cálculo se estimará el uso para diagnóstico médico, se considera un equipo RX Dental Intraoral de voltaje máximo 70 kV y una carga de trabajo semanal de 100 mA min.

3 SALAS

Se analizará el área de imagenología que contendrá generador radiográfico, siendo clasificada como Instalación Radiactiva de Segunda Categoría, su ubicación y disposición estarán dados en planos del proyecto, como también la distribución y uso de los espacios adyacentes.

4 NORMATIVA Y ESTÁNDARES

Los siguientes códigos y estándares conforme a la última edición publicados por las siguientes autoridades, además de las normas vigentes en Chile y de las leyes y decretos sobre aspectos referidos a la seguridad, salud u otros, deben ser considerados para el diseño, manufactura, montaje y pruebas, y donde sea apropiado, deberán incluir referencias a secciones específicas:

4.1 Nacional

- D.S. N°3: “Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas”, Ministerio de Salud, 1985.
- Reglamento N°133, “Reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radiactivas o equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades afines”, Ministerio de Salud, 1984.
- “Manual básico sobre mediciones y toma de muestras ambientales y biológicas en salud ocupacional”, Instituto de Salud Pública de Chile, 2013.

4.2 Internacional

- Organismo Internacional de Energía Atómica, Serie de seguridad N°115: “Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación”, 1997.
- National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP)
 - Report N° 49, “Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X Rays and Gamma Rays of Energies up to 10 MeV”, 1976.
 - Report N°147, “Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities”, 2005.
- ARCAL XLIX, “Protocolos de control de calidad en radiodiagnóstico”, Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia Nuclear y Tecnología en América Latina y el Caribe, 2001.

5 BASES DE DISEÑO

Con el fin de evitar la adición de blindajes en forma posterior, que puede ser inadecuado o resultar en un alto costo, el diseño radiológico estará basado en la tasa máxima de emisión de radiación del equipo.

5.1 Límites de dosis

Se establecerán los límites de dosis máximas permisibles anuales (DMP), de acuerdo a las Normas Básicas de Protección Radiológica actualmente vigentes.

El Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas (D.S. N°3) establece el Límite de dosis (LD) anual para trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes 5 rem (50 mSv) para cuerpo entero.

La Comisión Chilena de Energía Nuclear recomienda un límite de dosis efectiva de 20 mSv al año, promediado durante 5 años, con la advertencia adicional que la dosis efectiva no exceda de 50 mSv en ningún año.

La siguiente tabla muestra las distintas recomendaciones tanto nacionales como de los organismos internacionales citados en el punto 4.

| | Decreto Supremo N° 3 | Organismo Internacional de Energía Atómica | ARCAL ISP |
|--------------------|---|---|--|
| P.O.E. | 50 mSv/año (5 rem/año) 1 mSv/sem (100 mrem/sem) | 20 mSv/año (2 rem/año) 0,4 mSv/sem (40 mrem/sem) | 5 mSv/año (0,5 rem/año) 0,1 mSv/sem (10 mrem/sem) |
| Público en general | 5 mSv/año (0,5 rem/año) 100 μ Sv/sem (10 mrem/sem) | 1 mSv/año (0,1 rem/año) 20 μ Sv/sem (2 mrem/sem) | 0,5 mSv/año (0,05 rem/año) 10 μ Sv/sem (1 mrem/sem) |

Para el cálculo de los blindajes se utilizarán los valores más restrictivos, es decir:

Zona Controlada $0,1 \text{ mSv/sem} = 100 \text{ } \mu\text{Sv/sem}$ ($10\text{mrem/sem} = 0,010 \text{ rem/sem}$)

Zona No Controlada $0,01 \text{ mSv/sem} = 10 \text{ } \mu\text{Sv/sem}$ ($1\text{mrem/sem} = 0,001 \text{ rem/sem}$)

Como Zona Controlada se considera toda área con acceso restringido a P.O.E. en que la exposición a radiación del personal está bajo supervisión. Toda otra área se considera como Zona No Controlada.

5.2 Unidades y conversiones

La unidad de Dosis Absorbida (D) es Gray (Gy) = J/Kg, la Dosis Equivalente (H) se obtiene con factor de ponderación (W_r), de la forma $H = W_r D$

$$1 \text{ Sv (Sievert)} = 100 \text{ rem} = W_r \cdot 1 \text{ Gy}$$

$$1 \text{ rem} = W_r \cdot 1 \text{ rad}$$

Para radiaciones tipo X, fotones y electrones, $W_r = 1$

5.3 Cálculo de blindajes o espesores de muro

Dado que los equipos pueden ser orientados hacia cualquiera de las paredes y hacia el piso, y raramente hacia el techo, se calcularán todas como barreras primarias, lo que hace innecesario calcularlas como barreras secundarias.

En este caso se aplica la siguiente fórmula:

$$K_x = \frac{P d^2}{W U T}$$

Dónde:

- K_x : Coeficiente de exposición (Appendix D, NCRP Report N°49).
- P : Límite semanal de tasa de exposición [mGy/sem].
- d : Distancia entre la fuente y la barrera primaria [m].
- W : Carga de trabajo semanal [mA min].
- U : Factor de uso.
- T : Factor de ocupación.

5.4 Factor de ocupación (T)

Corresponde al uso de los espacios adyacentes en relación al tiempo que una persona permanece en ellos:

- 1 Integral: Consultorio, recepción.
- 1/4 Parcial: Espera, vestidor, circulación interna.
- 1/16 Eventual: Circulación externa, baños, escaleras.
- 1/32 Esporádico: Jardines cercados, casa de máquinas.

5.5 Distancia a la fuente (d)

La distancia entre la fuente y el área de interés se considera a 30 cm de una pared, para las áreas en el piso inmediatamente inferior (LI) a la de la fuente, se considera la distancia entre la fuente y una altura de 1,7 m desde el piso inferior, mientras que, para las áreas en el piso superior (LS), la distancia se considera entre la fuente y 0,5 m del piso superior, la fuente se considera a 1 m del piso.

6 RESULTADOS

A continuación, se entrega los resultados obtenidos para la sala de Rayos X, se determinan los espesores mínimos requeridos como blindajes radiológicos tanto en hormigón con densidad de 2,35 kg/l o revestimiento con láminas de plomo con densidad de 11,35 Kg/l en muros de tabiquería. Los espesores indicados son excluyentes, o sea, se aplica una solamente.

Para zonas o áreas controladas se considera un valor de 0,01 rem/sem (100 μ Sv/sem) y las áreas no controladas un valor de 0,001 rem/sem (10 μ Sv/sem) como límite de dosis semanal permitida. En la columna dist se indica la distancia del isocentro al borde externo de la barrera considerada.

En plano del proyecto se señala con números del 1 al 4 los sectores perimetrales a la sala RX en análisis, y en la tabla siguiente se asocian a esos sectores los usos adyacentes considerados en el cálculo de espesores de protección radiológica mínima requerida. Para cada sector de interés para el cálculo, se entrega el valor uso y ocupación considerado en cada dirección de los sectores adyacentes.

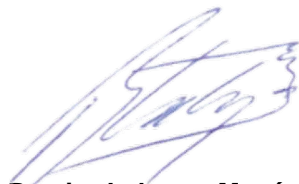
| Sala : | RX Dental | | | | | |
|---|---------------------|------|------|-------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Equipo : | RX Dental Intraoral | | | | | |
| Cálculo de espesor de pared o blindaje hacia: | P [mSv/sem] | U | T | dist [m] | Espesor mínimo plomo [mm] | Espesor mínimo hormigón [cm] |
| 1) Acceso - Sala comando | 0,1 | 0,20 | 1 | 1,80 | 0,3 | 5 |
| 2) Pasillo | 0,01 | 0,20 | 1/4 | 1,40 | 0,6 | 7 |
| 3) Exterior | 0,01 | 0,20 | 1/16 | 1,00 | 0,5 | 6 |
| 4) Bodega insumos dentales | 0,01 | 0,20 | 1/16 | 1,10 | 0,4 | 6 |
| LS) Vestidor - Baño | 0,01 | 0,20 | 1/4 | 3,20 | N/A | 6 |
| LI) Sala Espera | 0,01 | 0,20 | 1/4 | 3,20 | N/A | 6 |

7 CONCLUSIONES

Se entregan como conclusiones los espesores de muros divisorios a las áreas adyacentes a la sala de rayos X, para proteger de las radiaciones al público y al personal del centro de salud. Se usaron valores en la peor condición, es decir, barreras primarias.

La puerta y marco deben tener protecciones de láminas de plomo según espesores mínimos indicados para ese sector.

Para el uso de equipos de RX, se deben tomar medidas de precaución adicionales, usar delantales para protección de operadores, como también protectores gonadales, tiroideos y guantes, verificar que no haya permanencia de personal en áreas adyacentes al equipo y menos en la dirección de toma de radiografías.



Ramiro Labayru Martínez
Ingeniero Químico, PhD, MSc, DIC.



ARQUITECTONICA LTDA.
ARQUITECTOS-CONSULTORES
REGISTRO M.O.P. PRIMERA CATEGORIA